

LES MINERALISATIONS
DE PONTGIBAUD (Puy-de-Dôme)

par

J. BOULADON, J.J. PERICHAUD, P. PICOT et P. SAINFELD

Le district filonien de Pontgibaud est l'un des plus importants du Massif Central, tant par son extension connue (une quarantaine de kilomètres), que par sa production passée en plomb (une cinquantaine de milliers de tonnes de métal), antimoine (4 000 tonnes-métal environ), argent (une centaine de tonnes) et spath fluor (une centaine de milliers de tonnes).

Si l'on met à part les filons de fluorine exploités au cours des dernières décades, la quasi-totalité des gîtes métallifères a été exploitée principalement au cours du XIXème siècle, et abandonnée il y a une soixantaine d'années, après épuisement des colonnes riches, et reconnaissance des filons en direction de part et d'autre.

o o
o

CADRE GEOLOGIQUE
=====

Le faisceau filonien de Pontgibaud est encaissé, sur la majeure partie de son parcours, dans les schistes cristallins de la Haute Vallée de la Sioule, région délimitée: par

- à l'W, par le Grand Sillon houiller
- au S, par le massif volcanique du Mont Dore
- à l'E et au N par le bassin carbonifère de Manzat et le massif granitique de St Gervais, la terminaison septentrionale des filons s'effectuant cependant dans ces deux dernières formations.

Ce petit bassin, qui ne comporte que les zones d'isométamorphisme les plus basses, forme un rectangle de 30 km sur 15, et se raccorde vers le SW au bassin de la Haute et Moyenne Dordogne, où la série métamorphique est complète.

Ces schistes cristallins comportent gneiss et migmatites : le seul niveau d'ectinites représenté est celui des gneiss inférieurs (faciès à biotite et cordiérite essentiellement), migmatisés de façon irrégulière à leur partie inférieure; par l'intermédiaire d'une étroite zone d'embréchites, le passage se fait progressivement aux anatexites schisteuses, puis à un faciès à cordiérite seule ou bien à cordiérite et sillimannite.

On admet généralement qu'il s'agit là de sédiments détritiques déposés à l'infra-Cambrien et au Cambrien, puis métamorphisés, migmatisés partiellement, et violemment plissés au cours de l'orogénèse calédonienne.

L'intrusion de granites chonolithiques (massifs de Saint Gervais-Manzat et de Gelles) marque probablement la fin de cette période; ils ont été datés de la fin du Dévonien ou du début du Carbonifère (Violette, 1961).

On peut distinguer deux types :

- un faciès à plagioclases automorphes et zonés, et à biotite seule; c'est le granite des massifs de Manzat et de Saint Gervais que l'on retrouve dans certains filons;
- un type à plagioclases xénomorphes, à cordiérite et à deux micas, se présentant toujours en filons, lesquels servent fréquemment de guides à la minéralisation; le granite est alors décoloré et les mineurs lui ont donné à tort le nom de "granulite" (Lodin 1894). Ce type pourrait constituer un faciès à grain fin du granite du massif de Gelles.

La pénéplaine calédonienne fut ensuite recouverte par les importants épanchements acides du Dinantien ("tufs anthracifères" de Manzat, Bromont et Gelles), tandis qu'une fracturation intense amenait la formation du Grand Sillon Houiller, et les essains filoniens de microgranite (faciès à pinite essentiellement).

MORPHOLOGIE DES GISEMENTS

Le faisceau filonien de Fontgibaud, encaissé dans les schistes cristallins de la Haute-Vallée de la Sioule, comporte :

- un alignement principal essentiellement plombifère, empruntant une importante fracture jalonnée sur une quarantaine de kilomètres et parallèle au grand Sillon Houiller;
- divers filons connexes d'importance économique médiocre, à l'exception du gisement de spath-fluor de Saint-Jacques d'Anbur.

Les gisements productifs se cantonnent dans la partie méridionale de l'alignement principal et comportent une dizaine de lentilles exploitées jadis pour plomb et argent entre Pranal et Roure, soit sur une dizaine de kilomètres.

Le gisement de Fontgibaud pris dans son ensemble, apparaît comme un filon principal unique, subméridien, à pendage est dans sa partie moyenne et méridionale, soit sur 5 km (La Brousse-Mioche - La Grange et Rosier Saint Joseph) d'où se ramifient de part et d'autre, en large patte d'oie vers le nord (peut-être de Montfermy à Barbocot), deux ou trois branches plus serrées vers le sud (filons Saint Denis, Agnès et Virginie). De chaque côté, il n'y eut pourtant que deux branches productives rapprochées (0 à 250m), avec quelques ramifications obliques intercalées.

La minéralisation principale est très généralement en relation mécanique avec des filons granitiques du type Gelles, dont la puissance peut varier très rapidement tant en direction qu'en profondeur, de quelques décimètres à plusieurs mètres, pouvant même atteindre 30 et 75m dans deux cas extrêmes (Virginie à Roure, et Mioche Sud). Elle s'y présente en stockwerk, avec deux ou trois veines plus riches; on peut cependant attribuer une puissance moyenne de l'ordre du mètre, avec un rendement métal moyen de 4 % environ, à l'ensemble de la zone filonienne productive.

On a constaté que la minéralisation s'appauvrit et disparaît en direction, en même temps que se réduit la puissance du filon granitique à la limite subsiste un simple filet argileux et quartzeux entre des éponges gneissiques.

En profondeur, la minéralisation s'étend des affleurements (quelle que soit leur cote) jusqu'à une centaine de mètres, à l'exception de la Brousse où une colonne affleurante atteint 200m de hauteur (avec une annexe cachée d'une centaine de mètres encore), et de Roure (Agnès), où une nouvelle zone minéralisée apparaît en profondeur, après un hiatus de 75m.

La minéralisation semble indépendante de la direction filonienne (N 18°W), du N 45°E pour les filons principaux, N 30°W pour le croiseur Virginie, du pendage (généralement fort vers l'E, à l'exception des deux branches extrêmes de part et d'autre : Saint Mathieu au N., Virginie au S), et du pitch des colonnes (apparemment vertical en général, parfois vers le N : La Grange, ou vers le S : Pranal, La Brousse).

Les filons productifs peuvent se croiser entre eux, avec (Virginie) ou sans rejet (Henri, Saint Mathieu), mais on a noté, dans le S, qu'ils seraient décrochés légèrement par des croiseurs, soit stériles (Virginie), soit à mispickel (Argentelle).

M i n é r a l i s a t i o n s

Les minéralisations de la région de Pontgibaud se divisent en deux groupes bien distincts :

- un groupe à stibine et berthiérîte, localisé dans le sud du district (Angle-Bas, Le Colombier, etc...) mais qui présente la même paragenèse que les gisements d'antimoine des Combrailles dans l'Extrême Nord.
- un groupe plus complexe, celui de Pontgibaud proprement dit, caractérisé par la coexistence dans le même faisceau filonien de toute une gamme de paragenèse, allant de l'association mispickel scheelite aux sulfo-antimoniures de plomb, de cuivre et d'argent, avec prédominance de la galène.

MINERALISATIONS EN ANTIMOINE

Elle se présente en filons particuliers, à gangue de quartz abondante, bien groupés à chaque extrémité du district de Pontgibaud.

Groupe sud (Angle-Bas, le Colombier)

L'un des principaux filons, celui d'Angle-Bas présente la direction générale nord-nord-est du réseau filonien de Pontgibaud. Mais celui de Colombier est nettement est-ouest. Tous deux sont encaissés dans les gneiss à biotite, et montrent un remplissage bréchique à menus fragments de gneiss décoloré, pris dans un dépôt de quartz fin, lui-même bréchifié à son tour.

A Angle-Bas, le premier dépôt de quartz comporte localement une nuée de petites inclusions automorphes de mispickel (0,01 m/m), lesquelles entourent et dévorent quelques cristaux de pyrite (0,05 à 0,15 m/m). Ce mispickel, très finement cristallisé, est tout-à-fait

caractéristique, et bien différent de celui que nous décrivons plus loin à propos de la minéralisation de Pontgibaud proprement dit. Une fracturation introduit alors la berthiérîte (en aiguilles de 0,10 à 0,50 m/m de long), qui traverse le dépôt précédent disloqué. La stibine enfin paraît plus tardive que la berthiérîte qu'elle injecte (*).

Au Colombier, la berthiérîte forme des sortes d'îlots et des presque-îles dans la stibine. La proportion de stibine est localement dix fois plus abondante que celle de berthiérîte. Outre le mispickel et la pyrite, un peu de blende, en plages minuscules, et parfois de marcasite complètent la paragenèse. La gangue comporte ici, avec le quartz bréchifié, une dolomie ankéritique assez abondante qui semble contemporaine de la stibine.

Groupe nord (Combrailles)

Seuls les indices les plus méridionaux de ce secteur figurent sur notre carte. De direction nord-sud, le filon des Râcles est encaissé au nord, dans le microgranite porphyroïde de Fouzol, et au sud dans les gneiss à biotite. La minéralisation comporte, comme au Colombier, des îlots résiduels de berthiérîte au sein de la stibine; celle-ci, accompagnée de quartz fin, recoupe un dépôt antérieur de quartz stérile.

Position métallogénique

Décrivant le gisement d'antimoine de Nades (35km au N de Pontgibaud) G. AUBERT et L. CONTAMINE soulignent la présence, en bordure de lentilles, des mêmes agrégats très fins de mispickel que nous avons vus dans le minerai d'Angle-Bas. L'essentiel de la minéralisation y est constituée, comme ici, de stibine avec la berthiérîte (**): l'absence

(*) Les deux minéraux se distinguent par leur couleur (la berthiérîte est plus brunâtre, dans la position de moindre pouvoir réflecteur) et aussi par l'attaque à KOH (la berthiérîte est à peine ternie). On constate en outre qu'ici la stibine à des formes plus acérées que la berthiérîte.

(**) Une section polie faite sur le minerai de Nades montre, dans la stibine, le squelette d'un minéral antérieur qui semble être une linnéïte.

de galène et de sulfo-antimoniures de plomb est aussi caractéristique. Dans les deux cas il s'agit du même type antimonieux à mispickel aurifère dans sulfo-antimoniures (Geffroy 1955), avec pyrite et blende claire.

Or, Nades fait partie, comme le filon des Râcles, des gîtes à antimoine classiquement associés au laccolithe microgranitique de Pouzol-Servant; vers le sud, ce laccolithe est relayé par des filons de microgranite porphyroïde qui disparaissent à la hauteur de Gelles. Ainsi notre groupe sud, distant de 40km des Râcles, se trouve dans une zone apparemment dépourvue de filons de microgranite.

En fait, l'étude aujourd'hui classique, la répartition des gîtes d'antimoine par rapport aux microgranites (voir par exemple P. Morin 1952) montre qu'il existe des filons à antimoine au-delà de la zone d'engorgement des dykes de microgranite.

On peut donc penser que les filons à stibine et berthiérinite du district de Pontgibaud sont en liaison, comme ceux des Combrailles, avec les microgranites porphyroïdes de la région, microgranites d'âge westphalien^(*) d'après L. de Launay. Ils sont en tout cas indépendants des minéralisations plumbo-zincifères de Pontgibaud, dont nous verrons qu'elles se terminent par un dépôt de sulfo-antimoniures, totalement dépourvu de stibine et de berthiérinite. Comme ces minéralisations plumbo-zincifères à mispickel injectent localement le microgranite porphyroïde (Pranal), elles sont vraisemblablement plus récentes que la minéralisation à stibine et berthiérinite.

(*) Les filons de microgranite recoupent les tufs dinantiens de Chateaufort-sur-Cher; par ailleurs, on les retrouve en galets à la base du Stéphanien d'Aun.

MINÉRALISATIONS PRINCIPALES

Les minerais plombo-zincifères de Pontgibaud ont presque toujours une structure massive, et ne sont jamais rubannés. Ils renferment très souvent, en particulier dans la partie nord (Pranal, La Brousse), de nombreux fragments anguleux de granite, microgranite ou gneiss empruntés aux éponges; mais aucune structure en cocarde ne se forme autour de ces fragments. Dans la partie sud (Mioche, Roure), un dispositif fréquent est celui de veinules en stockwerk dans le granite filonien, dont la forme irrégulière fait succéder coïncements et réouvertures aussi bien en profondeur. Jamais le stockwerk ne se développe dans les gneiss encaissants. Les fragments rocheux emballés dans le dépôt minéralisé présentent le même type d'altération hydrothermale que les roches d'éponge : la biotite est décolorée et transformée en muscovite à inclusions d'oxydes de fer, les feldspaths sont altérés en dickite, etc...

L'étude microscopique des minerais montre qu'il est illusoire de chercher à séparer nettement les indices filoniens à mispickel et scheelite, de ceux à mispickel, pyrrhotite, chalcopryrite et blende, qui passent eux-mêmes à des dépôts de type B.P.G.C., et comportent toujours mispickel et pyrrhotite. On peut seulement attribuer les premiers à une phase précoce, les seconds à une phase A de minéralisation. Il leur succède, après une période de déformation, une phase B à laquelle se rattachent les dépôts minéralisés les plus importants du réseau filonien de Pontgibaud. Nous verrons que ces deux phases, qui présentent entre elles une étroite parenté géochimique, se rattachent au même processus métallogénique.

Nous serons ainsi conduits à tracer de Pontgibaud, mis à part les filons à stibine et berthiérine, une ~~histoire~~ histoire métallogénique unique commençant avec les formations à mispickel et scheelite et s'achevant avec le dépôt des sulfo-antimoniures.

On peut distinguer dans cette histoire, trois phases successives :

1°) UNE PHASE PRECOCE à mispickel aurifère et scheelite, localement wolfram et à gangue de quartz.

Cette phase, qui apparaît aussi dans les formations plombo-zincifères, est représentée surtout par une série de filons irréguliers et discontinus, à remplissage bréchique, jalonnant une zone subméridienne située au voisinage de la vallée de la Sioule, à 2km à l'E de la zone filonienne principale de Pontgibaud. Les plus importants sont ceux de Tournebise (G. AUBERT et alt. 1962) de Bonnabaud et du Pont de la Miouse; citons encore la Croix Basse et Madras.

La minéralisation, à gangue de quartz avec parfois cordiérite, rutile, muscovite, comporte essentiellement du mispickel et localement de la scheelite; la pyrite est peu abondante, les autres sulfures sont très rares. Le mispickel est aurifère, mais assez irrégulièrement : Gonnard (1896) rapporte en effet que celui du Pont de la Miouse, tiendrait 90 gr; d'or à la tonne; par contre une teneur de 14 à 16 gr enregistrée pour Tournebise (Aubert et alt. 1962) sur des lots tenant 15 à 30 % As.

A Tournebise, le mispickel est automorphe, en cristaux de 3 à 5 m/m, moulés par la scheelite^(*), elle-même abondante et parfois géodique (cristaux de 1 à 10 m/m). Il renferme quelques rares inclusions de cuivre gris.

A Bonnabaud, la scheelite est plus rare, mais on signale la présence de wolfram (Lacroix, tome IV).

(*) Cette scheelite qui montre à la lampe de Wood, une fluorescence bleutée, semble exempte de molybdène.

A Madras, on a reconnu de rares inclusions de bismuthinite dans la pyrite, et quelques minces veinules de chalcoppyrite dans le mispickel.

La présence de traces de chalcoppyrite, de cuivre gris, de bismuthinite et bismuth natif, dans l'un ou l'autre de ces filons invite à les identifier avec la paragéнесе à mispickel et sulfures qui prélude aux minéralisations plombo-zincifères dans la zone filonienne principale de Fontgibaud.

Du point de vue géochimique, la présence de Cu et de Bi dans les filons à mispickel et scheelite répond en effet à celle de WO_3 dans les filons plombo-zincifères : au moulin de Chabanne par exemple (photo 1), le wolfram forme dans le quartz de petits alignements (0,2mm de large) bordés de scheelite et moulant le mispickel; et la scheelite existe aussi au Plot(*).

2°) UNE PHASE A, à mispickel pyrrhotine, chalcoppyrite, stannite, blende et à gangue de quartz.

Dans le détail, cette phase peut comporter les minéraux suivants (**)
cités dans l'ordre approximatif de dépôt :

(*) La cassitérite, signalée à Argentelle, près de Roure (Lacroix, t III, p. 231), a été retrouvée en zones.

(**) Il est évident que tous ces minéraux ne se trouvent pas réunis sur chaque échantillon étudié, ni même sur chaque groupe d'échantillons correspondant à tel ou tel filon ou tel indice. Mais ils sont là en nombre suffisant pour que l'échantillon ou le groupe d'échantillons puisse être caractérisé. D'autre part, il arrive qu'à une paragéнесе de type A se superpose, dans le même échantillon, une paragéнесе postérieure de type B, qui peut injecter la première ou la recouvrir sans déformation préalable. En général, il s'agira de galène associée à la panabase, à la bournonite et parfois à la jamesonite, à la boulangérite.

- l'Ollingite, mispickel, pyrrhotite et pyrite, avec parfois wolfram, parfois bismuthinite et bismuth natif;
- blonde ferrière à exsolutions de pyrrhotite et de chalcoppyrite, parfois de vallérite;
- chalcoppyrite avec stannite et parfois cubanite,
- galène rare, avec cuivre gris et chalcoppyrite.

Les filons ou indices dans lesquels la phase de minéralisation A semble particulièrement développée se répartissent en deux groupes :

- un groupe nord avec Chabanne, les Sagnettes, les Vareilles, le Plot, Bapeyras, les Combres, Malroche et, plus au nord, chez Saby;
- un groupe sud avec Chaluset de Banson, Argentelle, Redondet, et certains indices filoniens proches du Rosier (filon parallèle à Saint Denis) et de Roure (Les Couleyres).
- enfin il semble que le croiseur de Châteauneuf, à l'extrémité nord du district, se rattache au même type.

Cette phase de minéralisation A présente des analogies avec la formation kb (kiesig-blendige bleierzformation) de Freiberg, ou du moins avec les deux premières phases de kb, la dernière étant essentiellement représentée par une galène riche en Bi et en Ag exprimés, galène qui n'a pas été reconnue jusqu'ici.

L'examen détaillé des différents minéraux de la paragenèse, conduit aux constatations suivantes :

Le quartz est apparemment la gangue unique, si l'on excepte le rutile qui l'accompagne fréquemment mais en très petite quantité (Argentelle, les Sagnettes). Il n'y a jamais de barytine ni de fluorine

Le mispickel, toujours abondant, est avec la pyrite, un constituant essentiel de ce type de minéralisation. Il est automorphe, largement cristallisé (0,1 à 2 m/m), et il arrive qu'il contienne des résidus de löllingite en cours de remplacement (Chalusset de Banson). Mais il renferme surtout des inclusions de pyrrhotite, de pyrite, parfois de chalcopryite ou de blende. La pyrrhotite, fréquente mais peu abondante, est partiellement transformée en pyrite.

Ce mispickel est moins aurifère que celui de la phase précoce précédemment décrite : les analyses faites par Campredon en 1910 indiquent seulement 1 à 4 g d'or à la tonne pour le mispickel pur des Sagnettes, du Plot et de Chabanne (Les Barrats).

Nous avons déjà signalé la présence de wolfram et scheelite au moulin de Chabanne, celle de scheelite au Plat. Notons que le wolfram présente de nombreuses réflexions internes rougeâtres, ce qui laisse penser qu'il s'agit d'une variété riche en manganèse.

La bismuthinite et le bismuth natif se présentent généralement en inclusions dans le mispickel (le moulin de Chabanne, le Plot, Redondet, les Sagnettes, Argentelles, les Couleyres). Le bismuth est toujours beaucoup plus rare que la bismuthinite, mais les deux vont généralement de pair.

La cosalite, $Pb_2 Bi_2 S_5$, renfermant des inclusions de bismuth natif, a été reconnue dans un échantillon des Couleyres; elle y est associée à la chalcoppyrite.

La blende, présente à Chalusset de Banson, à Redondet, au Plot, aux Sagnettes, à Pontamur, est particulièrement abondante aux Combres, à Bapeyras et chez Saby. C'est toujours une blende noire (marmatite), à exsolutions de pyrrhotite et chalcoppyrite; aux Combres, on trouve même dans ces exsolutions de chalcoppyrite des "sous-exsolutions de vallérite. La blende des Combres et celle de Bapeyras ont donné, à l'examen spectrographique semi-quantitatif, les résultats suivants (en millionnièmes) :

	<u>Sb</u>	<u>Ge</u>	<u>Ga</u>	<u>Sn</u>	<u>Cd</u>	<u>Ag</u>	<u>Co</u>
Les Combres	300	50	22	30	20	0,5	10
Bapeyras	1 000	10	10	30	20	0,5	10

On remarquera la richesse relative en Sn par rapport aux blendes de la phase B. Cd et Ag sont présents, mais ne peuvent être évalués par cette méthode.

La chalcoppyrite, toujours présente mais peu abondante, se trouve souvent en inclusions dans le mispickel, ou isolée dans la gangue; la cubanite(*) l'accompagne dans un échantillon des Sagnettes. Il existe aussi un dépôt de chalcoppyrite nettement postérieur à celui de mispickel.

La stannite, lorsqu'elle existe, se présente en plages minuscules (moins de 0,01 m/m), associées à la chalcoppyrite, soit dans le mispickel, soit postérieurement à celui-ci; elle est assez fréquente : le Plot, les Sagnettes, les Vareilles, Argentelle, Saint Denis à Rosier (Rive gauche), les Couleyres et Redondet.

(*) La présence de Cu, Fe et S dans la proportion $Cu Fe_2 S_3$ a été vérifiée à la microsonde électronique; on a trouvé : Cu 26% et Fe 42 %.

La galène des Combres et de Bapeyras, qui renferme des inclusions de sulfo-antimoniures (boulangérite, jamesonite), n'appartient apparemment pas à la phase de minéralisation précédente, qu'elle recoupe nettement. Mais il existe, aux Sagnettes et à Malroche, par exemple, un dépôt de galène et de cuivre gris qui accompagne la chalcoppyrite, et semble représenter la fin de la minéralisation de type A. De même, on trouve, à Chalusset de Banson, quelques inclusions de galène dans le mispickel de phase A.

3°) UNE PHASE B, plombo-zincifère à sulfo-antimoniures et à gangue de quartz, barytine et parfois fluorine.

Cette phase de minéralisation peut comporter les minéraux suivants, groupés par ordre approximatif de dépôt :

- blende, avec mispickel, localement énargite,
- chalcoppyrite, cuivre gris et galène avec bournonite, boulangérite, jamesonite, pyrargyrite, polybasite,
- marcasite.

La phase B apparaît dans trois gisements déjà cités à propos de la phase A : Les Combres, Bapeyras et Chez-Saby. Ils montrent en effet la superposition des deux minéralisations A et B; la seconde recoupant la première.

Mais la plupart des exploitations anciennes de plomb argentifère a porté sur ce type de minéralisation B.

Jalonnant une zone fracturée de direction nord-nord-est de près de 40km de long, ce sont du N au S : les Villards, Châteauneuf (Moulin de la Croix), Montmartin, Vitrac, Barbecot, Villelongue, les Combres et Bapeyras, Pranal, la Brousse, Mioche, La Grange, Rosier, Roure et enfin Banson-Bas. Plus à l'W, les filons de Villevieille et des Isserts (La Vernède) se rattachent au même type.

Tous ces filons ne sont d'ailleurs pas identiques du point de vue paragénetique . Les minéraux de bismuth par exemple (bismuthinite et bismuth natif) n'ont été soulevés dans les dépôts de la phase B qu'à l'extrémité sud du district (Banson-Bas). La fluorine n'est connue qu'à Blot l'Eglise et Vitrac d'une part, à Villevieille et surtout aux Isserts d'autre part, tandis que l'énargite n'a été reconnue qu'à Villevieille et aux Isserts où la barytine est absente. Il semble donc que le groupe Villevieille-les Isserts ait une certaine originalité par rapport au réseau filonien principal; il se rattache d'ailleurs au district à fluorine de Saint-Jacques d'Ambrur.

Enfin, les sulfo-antimoniures d'argent et de plomb qui accompagnent la galène sont particulièrement abondants, surtout les premiers, à Châteauneuf, à Vitrac, au Rosier et à Villevieille.

Les teneurs en argent des concentrés de plomb extraits varient de 1 à 5 kg à la tonne de Pb, sauf dans le cas de Villevieille où elles atteignent 5 à 10 kg. Au delà de la zone superficielle, enrichie par oxydation, la teneur en Ag de la galène évolue diversement avec la profondeur, suivant le filon ou le groupe de filon considéré(*).

L'examen détaillé des différents minéraux de la paragenèse conduit aux constatations suivantes :

Le quartz de gangue est à grain fin (0,02 à 0,2m/m), souvent zoné, parfois colloforme et passant à la calcédoine (Villevieille). La barytine, de ton blanc-rosé, accompagnée d'un peu de calcite, est

(*) A la Brousse, par exemple, les teneurs moyennes décroissent assez régulièrement depuis 5 kg au niveau - 40 jusqu'à 1,5 au niveau - 240 (Lodin 1892). A Villevieille au contraire, on constate un maximum dépassant 10 kg au niveau - 25 le plus profond. Ailleurs, la teneur reste constante (Pranal) ou varie très irrégulièrement (Roure, Rosier).

généralement tardive par rapport au quartz et souvent géodique; elle disparaît en profondeur. Il en est de même pour la fluorine de Villevieille et des Isserts. A Vitrac par contre, on observe un phénomène, noté aussi à Blot l'Eglise par G. AUBERT : le quartz cimente une brèche stérile à éléments anguleux (0,2 à 3 m/m) de fluorine, de barytine et de quartz ancien; il y a donc au moins deux phases de dépôt de ces trois minéraux, la seconde seule étant minéralisée.

La sidérite a été signalée à Roure, où elle est associée à la galène et à la pyrite (Lactoux, T.IX), au Rosier, à la Brousse et à Pranal avec la blende, enfin à Châteauneuf (Gonnard 1882). La calcite peu abondante, succède parfois à la sidérite (Châteauneuf).

Nous avons reconnu l'existence d'un peu de graphite dans la gangue des filons de Villelongue et de la Brousse.

La pyrite est assez commune, souvent transformée sur les bords en marcasite. Le nispickel par contre, est toujours rare et en tous petits cristaux; il a été reconnu à Barbecot, Pranal, la Grange, Roure et Banson-Bas.

La blende ambrée, en petits cristaux souvent automorphes (0,10 à 0,30 m/m) est particulièrement abondante à Barbecot, Pranal, la Brousse et la Grange, mais elle existe partout. Voici quatre analyses spectrographiques semi-quantitatives de blende en provenance de :

	<u>Sb</u>	<u>Ge</u>	<u>Ga</u>	<u>Sn</u>	<u>Cd</u>	<u>Ag</u>	<u>In</u>
Pranal : Filon Henri	300	100	5	12	20	0,5	5
Filon Saint Mathieu	500	110	30	12	20	0,5	5
La Brousse	300	100	5	16	20	0,5	5

Les teneurs sont exprimées en millionièmes.

Signalons que Tl et Co n'ont été décelés dans aucun échantillon. En ce qui concerne Ce et Ag pour lesquels l'analyse spectrographique ne permet pas une évaluation semi-quantitative, l'analyse chimique de deux échantillons de blende a donné les résultats suivants :

	<u>Cd</u>	<u>Ag</u>	<u>Zn</u>
La Brousse (puits principal)	2 900 g/T	45 g/T	59,5 %
Pranal (filon St Mathieu)	1 300 g/T	120 g/T	60,1 %

(Laboratoires du B.R.G.M., Paris)

On remarque que la blende de phase B est deux fois moins riche en Sn et environ deux fois plus riche en Ge que celle de phase A. Ces différences, attribuables à l'écart de température qui sépare les deux phases, ne signifient nullement que les deux minéralisations soient d'origine différente entre les minéralisations A et B.

La galène, la chalcopryrite et le cuivre gris sont généralement associés et postérieurs à la blende qu'ils moulent et injectent. La galène souvent zonée (photo 2) est finement cristallisée (0,10 à 0,50 m/m), toujours argentifère et un peu bismuthifère, même lorsqu'elle est exempte d'inclusions visibles au microscope. L'analyse

spectrographique de deux échantillons de galène a donné les résultats suivants :

	<u>Bi</u>	<u>Ag</u>	<u>Pb</u>
Rosier (filon St Joseph)	290 g/T	3 000 g/T	75,8 %
Roure	10 g/T	2 300 g/T	62,1 %

(Laboratoires du B.R.G.M., Paris)

Un peu d'énargite se rencontre dans la chalcoppyrite aux Isserts (La Vernède), et dans la galène à Villevieille.

Le cuivre gris n'apparaît généralement que là où la galène et chalcoppyrite sont réunis; il existe en petite quantité (plage de 0,02 à 0,10 m/m) dans tous les échantillons étudiés, sauf dans ceux de la Brousse (où il n'y a pas non plus de chalcoppyrite). C'est un cuivre gris antimonié (panabase), assez riche en Ag, en Zn et en Fe. Celui de Pranal est célèbre (Lacroix, t. II, p. 727) par les magnifiques cristaux trouvés jadis, implantés sur la galène; une analyse ancienne (Gonnard 1882) permet de le rapprocher de la freibergite.

La bournonite est assez fréquente, généralement en minuscules inclusions (0,05 m/m) dans la galène. Nous l'avons rencontrée dans les échantillons de Vitrac, du Rosier, de Roure, de Banson et de Villevieille. Chez Saby, la bournonite forme de petites plages (0,40 m/m) à inclusions de pyrite et de chalcoppyrite, et injecte la pyrite de phase A. Signalons enfin que la bournonite a été décrite à Pranal (Orcel 1931) en beaux cristaux géodiques, et à Roure (filon Agnès) dans une gangue barytique (Gonnard, 1882); elle était connue aussi à Barbecot (Fournet, 1828).

La boulangérite^(*), en fines inclusions éparses dans la galène, a été reconnue dans les échantillons du Rosier (filons Saint Joseph et St Denis) et de Villevieille. On l'a trouvée aussi aux Combres, dans la galène qui injecte le dépôt minéralisé de phase A. La jamesonite se rencontre de même en petites inclusions dans la galène de phase B des Combres et de Bapeyras et dans la galène de Villevieille. A Bapeyras elle injecte la pyrite disloquée (photo 3). Elle est particulièrement abondante à Peschadoire, où R. Pierrot a pu l'identifier aux rayons X sur un échantillon original de Gonnard; c'est cet échantillon, constitué de jamesonite massive à rares inclusions de mispickel qui avait été interprété comme zinkinite par A. Lacroix (T. II, p. 691) d'après une analyse partielle où le fer ne figure pas^(**).

La pyrargyrite se présente généralement en inclusions de 0,01 à 0,02 m/m dans la galène, c'est le cas à Vitrac et au Rosier (filon St Denis, où elle est accompagnée de polybasite. A Château-neuf (moulin de la Croix), la pyrargyrite forme, à côté de la galène des plages atteignant 0,20m/m (photo 3) et renfermant des inclusions de niargyrite.

Enfin, il faut signaler les minéraux d'argent de cémentation: la stromeyérite et l'argentite rencontrées, en association avec la covelline, au niveau $\pm$ 20 de Villevieille^(***); l'argentite ren-

(*) La présence de Pb, Sb et S dans la proportion $Pb_5 Sb_4 S_{11}$ a été vérifiée à la microsonde électronique sur un échantillon du filon Saint Denis; on a obtenu Pb 54%, Sb 19%.

(**) La microsonde électronique a donné ici :
Pb 39%; Sb 34,2% et Fe 1,9%.

(***) sur des échantillons de l'Ecole des Mines, aimablement communiqués par H. Vincienne.

contrée au Rosier (filon Saint Denis), et aux Granges de Pérol, mais il s'agit toujours de plages minuscules (0,05 m/m au plus).

La bismuthinite et le bismuth natif se présentent en inclusions dans la chalcopryrite de Bason Bas (photo 4); dans la galène du même gisement on a quelques inclusions de bismuth natif associé à un minéral vivement anisotrope et plus réfléchissant que la galène qui semble être la lillianite ($3\text{PbS Bi}_2\text{S}_3$).

Généralement, le bismuth natif est au centre des inclusions, la bismuthinite et la lillianite en occupant la périphérie (l'autre dans la chalcopryrite, l'autre dans la galène). Cette réapparition sporadique des minéraux de bismuth de la phase A dans la paragenèse de la phase B mérite d'être soulignée; elle met en évidence l'étroite parenté qui unit les deux phases.

o o

o

CONCLUSION

L'histoire métallogénique de la région étudiée comporte deux épisodes :

1°) - Un premier épisode avec les filons de quartz à berthiérite et stibine des deux zones extrêmes du faisceau principal; caractérisés par la présence de mispickel à grain très fin et l'absence complète de sulfo-antimoniures, ces filons portent la trace de nombreuses réouvertures. On peut les supposer en relation avec des microgranites porphyroïdes d'âge westphalien.

2°) - Un second épisode celui des filons de Pontgibaud proprement dit le plus important du point de vue économique et le plus étendu dans le temps, comprend trois phases minéralisées successives dont la parenté géochimique et minéralogique trahit la communauté d'origine :

- une phase précoce à mispickel aurifère prédominant et scheelite fréquente. La gangue est de quartz; la paragénèse très simple, comporte néanmoins des traces de Cu et de Bi. Cette phase, bien représentée par les filons de Tournebise, de Bonnabaud, du Pont de la Miouze, se retrouve dans certains filons plombo-zincifères (le moulin de Chabanne, le Plot).

- une phase A à mispickel, pyrrhotine, chalcopryrite, blende, parfois galène, avec bismuthinite, bismuth natif, et stannite fréquente. La gangue est toujours le quartz. Plusieurs filons, minéralisés par cette phase A ont été réouverts et affectés ultérieurement par un dépôt de phase B -(Bapeuras, les Combres). Ils forment deux accumulations, en pattes d'oie, aux extrémités nord et sud de l'alignement minéralisé principal de Pontgibaud.

- une phase B qui a été l'objet principal des anciennes exploitations de plomb argentifère (Pranal, La Brousse, Rosier, Roure etc...). Ici, la gangue comporte outre le quartz, la barytine et, localement, la fluorine. La paragénèse montre encore un peu de mispickel, mais ni pyrrhotite ni stannite; la blende diffère de celle de la phase A par

l'absence d'exsolutions, mais présente les mêmes éléments mineurs; chalcoppyrite, cuivre gris et galène sont accompagnés de sulfo-antimoniures divers (bournonite, boulangérite, jamesonite, polybasite) la marcasite est relativement abondante à côté de la pyrite. Enfin il arrive que l'on rencontre des minéraux de bismuth qui se trouvent ainsi, avec le mispickel, commune aux trois minéralisations successives de ce second épisode.

De Launay supposait que le réseau filonien principal de Pontgibaud était d'âge tertiaire. Il est en tout cas postérieur aux tufs dinantiens qu'il recoupe à Châteauneuf. Jung (1946) souligne d'autre part que les filons sont "décapités" par la pénéplaine éogène. Ils seraient donc antérieurs à la pénéplaine tertiaire.

Nous venons de voir que la minéralisation plumbo-argentifère n'est que la fin d'un processus métallogénique unique qui a commencé avec le dépôt du mispickel aurifère et se trouve en relation probable avec un certain type de granite hercynien (ou, plus précisément post-dinantien).

D'après Bilibin (1955) le processus métallogénique qui fait succéder mispickel aurifère, paragénèse à stannite, et minéral de plomb, zinc et argent, se rattache aux étapes de l'orogénie, et s'associe à de petites intrusions fissurales granitiques ou granodioritiques. Il n'apparaît que là où s'est développée, aux étapes précédentes (étapes intermédiaires de l'orogénie), une minéralisation en étain et tungstène liée aux granites acides, ce qui précisément est le cas pour cette région du Massif Central, avec le gisement des Montmins et le massif granulitique des Colettes.

Bilibin souligne l'existence de transitions entre les différentes étapes du processus : la présence d'un peu de scheelite, de wolfram ou de cassitérite dans les premiers dépôts plombo-zincifères; la présence simultanée de mispickel et de minéraux d'argent dans les derniers. Il signale aussi des récurrences de venues à mispickel, associées à la fracturation des premiers dépôts plombo-zincifères formés; or, le fait a été signalé par Lodin au puits Paul (Roure), où une fracture est-ouest remplie de mispickel rejette de 15m le filon à barytine et galène appartenant à la phase B.

De telles particularités semblent assez caractéristiques pour permettre de paralléliser le second épisode minéralisé de Pontgibaud avec le type 13 de Bilibin (type à WO_3 , sulfures d'étain, arsenic et plomb-zinc-argent), et de le considérer comme tardi-hercynien, en liaison possible avec l'une des roches granitiques filoniennes que nous avons décrites.

On peut remarquer que le gisement de Freiberg, auquel nous avons fait allusion à propos de la phase A, se rattache au même type, bien qu'il présente avec Pontgibaud des différences importantes : existence d'une phase à pechblende aussitôt après la phase initiale kb; existence d'une phase ultime à cobalt-nickel-argent. Bilidin, qui ne dit mot de l'apparition éventuelle d'uranium, signale la présence possible, dans le type 13, de minéraux de cobalt et de nickel à la fin du dépôt de Pb-Zn-Ag. Or, il faut signaler qu'un échantillon étiqueté Roure provenant de la collection Gonnard, est essentiellement formé de skuttérodite zonée, avec un peu de mispickel et de safflorite^(*). La question de l'existence, à Pontgibaud, d'une phase ultime à cobalt-nickel reste donc posée.

(*) La skuttérodite, qu'on appelait autrefois smaltine, avait été signalée jadis par Bouillet (in Gonnard 1882) à Pontgibaud, avec cobaltite et nickelite mais sans localisation précise.

BIBLIOGRAPHIE

AUBERT G - BARIAND P - BURNOL L - GEOFFROY J. : Présence de scheelite en association avec le mispickel à Tournebise (Puy-de-Dôme) - Bull. Soc. Fr. Min. Crist. LXXXV, 459-60.

FOURNET J - (1829) : Découverte de la Bournonite en Auvergne. Ann. Mines, 2ème série, vol. V. page 325.

FOURNET J - (1861) : Sur l'âge des filons stannifères, aurifères et de quelques autres catégories, - C.R. A. Sc. (21 Octobre).

GEOFFROY J- (1955) : Métallogénie de l'antimoine dans les aires hercyniennes françaises. Bull. Assoc. Anc. Elèves Géol. Appl. Nancy.

GONNARD F - (1882) : Notes minéralogiques sur les environs de Pontgibaud - Mém. Ac. Sc. Belles-Lettres et Arts de Lyon, t. 26 et complément, B.S.F.M., t. V, p. 44.

GONNARD F - (1886) : Sur les minerais aurifères des environs de Pontgibaud. B.S.F.M., t. IX, p. 243.

GONNARD F - (1883) : De quelques pseudomorphoses d'enveloppe des mines de plomb du Puy-de-Dôme. B.S.F.M., t. IX, p. 31.

JUNG J - (1946) : Géologie de l'Auvergne et de ses confins bourbonnais et limousins. Mém. carte géol. France, Paris.

LACROIX A - (1913) : Minéralogie de la France et de ses colonies Paris (5 volumes).

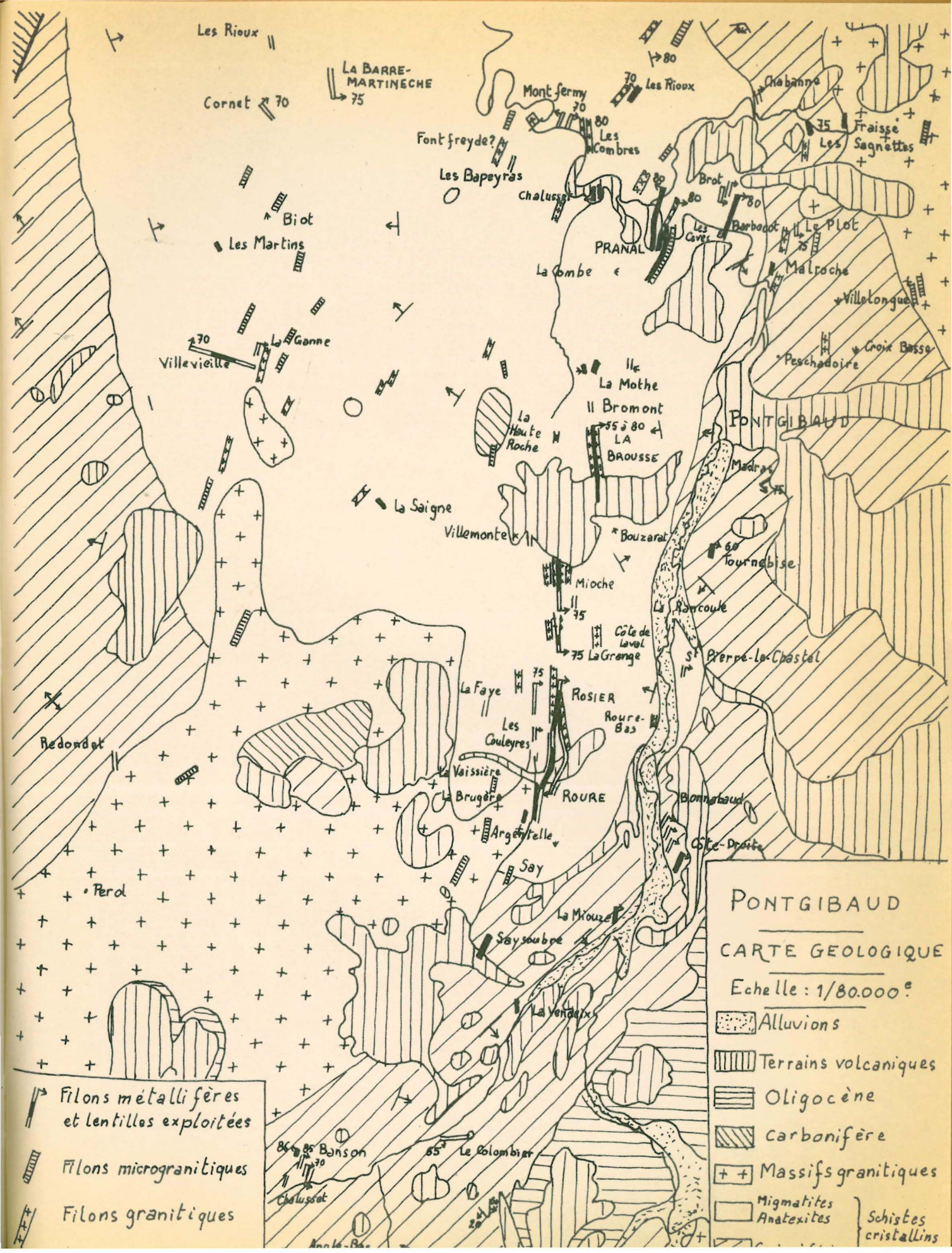
LAUNAY L. - (1913) : Gîtes minéraux et métallifères, t.I et III, Paris.

LODIN M - (1892) : Antimoine, in Géologie des gîtes minéraux marocains
XIème Congr. Géol. Int. Rabat.

LODIN M - (1892) : Etude sur les gîtes métallifères de Pontgibaud,
Ann. des Mines 9ème série, Mém. t. I.

ORCEL J - (1931) : Etude microscopique de quelques minerais métalliques
du Massif Central. Congrès Soc.Sav. Clermont-Ferrand, p. 177.

VIALETTE Y - (1962) : Contribution à l'étude géochronologique par la
méthode au strontium des principaux massifs de granites et de migma-
tites du Massif Central français. Ann. Fac. Sc. Université de Clermont-
Ferrand - n° 6.



- PONTGIBAUD
CARTE GEOLOGIQUE
Echelle : 1/80.000^e
- Alluvions
 - Terrains volcaniques
 - Oligocène
 - Carbonifère
 - Massifs granitiques
 - Migmatites
Anatexites
 - Schistes cristallins

- Filons métallifères
et lentilles exploitées
- Filons microgranitiques
- Filons granitiques